

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352989

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

H05B 41/282

H05B 41/24

(21)Application number : 2001-157545

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 25.05.2001

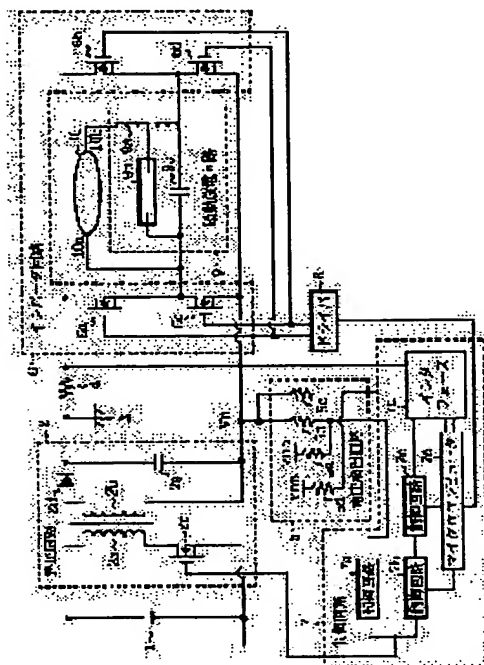
(72)Inventor : KAWASAKA YASUHEI
KINOSHITA HIDEHIKO
IWATA AKIHIKO
URAKABE TAKAHIRO

(54) LIGHTING EQUIPMENT FOR ELECTRIC DISCHARGE LAMP

(57)Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain electric discharge lamp lighting equipment, which cancels fade away of an electric discharge lamp, by increasing the output current of a booster circuit during an electric discharge growth phase, after the insulation breakdown of the electric discharge lamp.

SOLUTION: The equipment is constituted with the booster circuit 2, which boosts voltage of a direct-current power supply 1 according to on/off operation of a switching element 2c, a starting electric-discharging circuit 9, which carries out starting of the electric discharge of the electric discharge lamp 10 according to the boosted direct-current voltage, a voltage detection circuit 5, which detects the boosted direct-current voltage, a control circuit 7b, which outputs a pulse modulated with pulse-width-modulation to the switching element 2c, and a control circuit 7a, which intermittently controls the pulse output from the control circuit 7b to the switching element 2c to passing or no-passing, so that the direct-current voltage detected by the voltage detection circuit 5 turns into a predetermined voltage.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【特許請求の範囲】

【請求項1】 直流電源およびスイッチング素子が入力側に接続され、そのスイッチング素子のオンオフ動作に応じてその直流電源の電圧を昇圧する昇圧回路と、上記昇圧回路によって昇圧された直流電圧に応じて放電灯を始動放電させる始動放電回路と、上記昇圧回路によって昇圧された直流電圧を検出する電圧検出回路と、パルス幅変調されたパルスを上記スイッチング素子に出力する第1の制御回路と、上記電圧検出回路によって検出される直流電圧が所定の電圧になるように、上記第1の制御回路から上記スイッチング素子へのパルス出力を間欠的に通過または非通過に制御する第2の制御回路とを備えた放電灯点灯装置。

【請求項2】 第1の制御回路は、放電灯の点灯開始直前および直後におけるパルス出力のデューティ比を大きい値に保持するようにパルス幅変調することを特徴とする請求項1記載の放電灯点灯装置。

【請求項3】 電圧検出回路によって検出される直流電圧に応じて放電灯の点灯開始を判定し、その放電灯の点灯開始から約数十〜数百 μ secの期間に、パルス出力のデューティ比を大きい値から小さい値に変化させるように第1の制御回路のパルス幅変調を制御する第3の制御回路を備えたことを特徴とする請求項1記載の放電灯点灯装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 この発明は、自動車のヘッドライト等の光源として用いられる放電灯点灯装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 図13は従来の放電灯点灯装置を示す回路図であり、図において、1はバッテリー等の直流電源、2は直流電源1の電圧を昇圧する昇圧回路であり、その昇圧回路2において、2aは直流電源1に接続されたトランスの一次側巻き線、2bは昇圧した電圧を出力する二次側巻き線、2cは直流電源1および一次側巻き線2aに接続されたスイッチング素子、2dは二次側巻き線2bに接続されたダイオード、2eはコンデンサである。3はアース線、4は昇圧回路2の出力電流を検出する電流検出抵抗である。5は昇圧回路2によりマイナス側に昇圧された電圧Vaを検出する電圧検出回路であり、この電圧検出回路5において、VDDは5V電源、5a〜5dは抵抗である。6はインバータ回路であり、このインバータ回路6において、6a〜6dはスイッチング素子である。7はスイッチング素子2cおよび後述するドライバ8を制御する制御回路、8はインバータ回路6を駆動するドライバである。9は始動放電回路であり、この始動放電回路9において、9aはトランス、9bは放電管スイッチ、9cはコンデンサである。10は放電灯であり、この放電灯10において、10a、10

bは電極である。

【0003】 図14は従来の制御回路の詳細を示す回路図であり、図13における制御回路7の構成は、図14における制御回路7A、7b、7c、インタフェース7d（以下、I/F7dと略す）、マイクロコンピュータ7e（以下、マイコン7eと略す）からなっている。また、図13におけるA〜Eは、図14におけるA〜Eに接続されるものである。図において、制御回路7Aは、オペアンプB1、電源VDD、抵抗R1〜R3、ダイオードD2からなり、制御回路7bは、コンパレータA2、電源VDD、電源VCC（8V電源）、抵抗r3〜r7、コンデンサC1、C2からなり、制御回路7cは、ダイオードD1、オペアンプA3、抵抗r8、コンデンサC3からなっている。

【0004】 次に動作について説明する。図13において、直流電源1の電圧が昇圧回路2に入力され、同時に制御回路7が動作し始めると、制御回路7はスイッチング素子2cのゲートに、ある周波数とあるデューティ比の値を持ったパルス信号を出力し、スイッチング素子2cをオンオフ動作させる。また、制御回路7はドライバ8にも信号を送る。この際、ドライバ8はスイッチング素子6a、6dのゲートに信号を送り、スイッチング素子6a、6dをオンさせる。なお、スイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号のデューティ比は制御回路7の制御により変化させることができる。スイッチング素子2cがオン期間中は、直流電源1からの電流が一次巻き線2aに供給され、電磁エネルギーが一次巻き線2aに蓄積される。この際、二次巻き線2bに逆誘導起電力が発生するが、ダイオード2dには逆バイアスが印加され、昇圧回路2の二次側には電流は流れない。スイッチング素子2cがオフ期間中は、二次巻き線2bに逆誘導起電力が発生し、ダイオード2dには順バイアスが印加され、二次巻き線2bとダイオード2dとコンデンサ2eのループが形成され、スイッチング素子2cのオン期間中に一次巻き線2aに蓄積された電磁エネルギーが、ダイオード2dを通して、コンデンサ2eに静電エネルギーとして蓄積される。昇圧回路2の二次側にはこれに相当する電圧Vaが発生する。スイッチング素子2cのオンオフを制御回路7からのパルス波形により繰り返していき、電圧Vaは徐々にマイナス側に昇圧される。

【0005】 電圧Vaは電圧検出回路5に入力され、抵抗5a〜5dによって分圧されて制御回路7に入力される。制御回路7は予め定められた値、例えば、電圧Vaが−480Vに達した時点でその値を保持する、あるデューティ比の値を持った、ある一定周期のパルス信号をスイッチング素子2cのゲートに出力し続ける。放電灯10の点灯開始まで電圧Vaの−480Vを保持するために、デューティ比は10〜50%程度の小さな値となるように、図14の制御回路7Aで制御される。こ

の時点では、オペアンプB 1の出力電圧が低下し、ダイオードD 2が導通し、コンデンサC 1の電荷を引き抜いて、デューティ比を10～50%程度にまで落とす。また、点灯開始直前後はダイオードD 1は導通していない。なお、スイッチング素子6 a, 6 dは、オンしているので放電灯10の両極には、ほぼ電圧V aが印加されている。電圧V aが-480Vになってからしばらくして、始動放電回路9の放電管スイッチ9 bの両極間の電圧差、つまりコンデンサ9 cの電圧差が例えば400V程度に達すると放電管スイッチ9 bがオンし、トランス9 aの一次巻き線に電流が流れることで、二次巻き線に約20kVの高圧パルスが発生し、放電灯10に高圧パルスが印加されることで、放電灯10の両極間で絶縁破壊が起こり、放電灯10に電流が流れ、点灯を開始する。それにより、放電灯10の電極10 bの電圧V aは-480Vから急激に上昇し、電極10 aの電圧は放電灯10を流れる電流に電流検出抵抗4の値を乗じた値となる。電圧V aの急激な上昇は電圧検出回路5で検出され、電圧V aの分圧された値が制御回路7に送られる。この時、制御回路7は放電灯10の始動放電成功を検出し、放電灯10が点灯開始してから、約数十ms後まではスイッチング素子6 a, 6 dを点灯開始前と同様にオンし続ける。放電灯10の絶縁破壊直後の電圧V aの値の急激な上昇と共に、コンデンサ2 eに蓄積されていた静電エネルギーは電流として、約数十～数百μsec間、放電灯10に供給される（放電成長期間）。その後、スイッチング素子2 cのオンオフ動作により、コンデンサ2 eに再び静電エネルギーが供給され、また、放電灯10にも電流が供給される。絶縁破壊直後は電圧V aの上昇と共に、オペアンプB 1の出力も上昇し、ダイオードD 2は導通せず、コンデンサC 1に再び電荷が充電され始め、その後、制御回路7 cの制御でデューティ比が決定される。

【0006】スイッチング素子6 a, 6 dは、放電灯10の点灯開始から約数十ms間、オンの状態で放電灯10に直流電圧を印加させて、放電を安定させていたわけであるが、その後、制御回路7からドライバ8の入力端子に信号が送られ、ドライバ8から今度はスイッチング素子6 a, 6 dをオフ、スイッチング素子6 b, 6 cをオンにする信号を出力し、放電灯10に約数十ms間、逆向きの電流が流れるようにする。その後、スイッチング素子6 a, 6 dと、スイッチング素子6 b, 6 cを交互にオンオフする信号をドライバ8から出力し、放電灯10を交流点灯させ、放電灯10を安定定常期間に移行させる。上述のような、点灯開始から数十ms間の直流点灯期間、および、その後の交流点灯期間においては、図15に示すような、予め定められた、放電灯10の両極間電圧V aと電流パターンになるように電流検出抵抗4および電圧検出回路5からの信号に基づいて、放電灯10に供給する電流値を決め、スイッチ

ング素子2 cをオンオフするデューティ比を制御回路7 cで制御し、放電灯10を点灯持続させる。図15は例えば、最大電流2.6A、最大電力75W、安定定常期間の電力34Wを満たすような放電灯10の電圧-電流パターンである。電圧V bは安定定常期間における放電灯10の両極間電圧である。

【0007】図16に放電灯10を充分長い間、点灯させた後、消灯し、すぐに再点灯させた場合の、絶縁破壊直後の放電成長期間における放電灯10を流れる電流I 1、コンデンサ2 eから放電灯10に供給される電流I 2、二次側巻き線2 bからダイオード2 dへと流れる電流I 3の波形の模式図を示す。電流I 3はコンデンサ2 eと放電灯10に供給されるが、電流I 3の立ち上がりが遅いと、コンデンサ2 eから放電灯10に電流を供給し終わる放電成長期間の終わりの頃に、放電灯10を流れる電流が少なくなる。そのため、図17(a)のように、この時点で放電灯10は立ち消えを起こしやすくなっている。なお、放電灯10を充分長い間消灯させた後、点灯させた場合は、上記の場合よりも放電灯10を流れる電流は多いので、放電成長期間の終わりの頃は立ち消えは起こりにくい。上記の放電灯10を流れる電流を増加させるためには、電流I 3を放電成長期間内にさらに増加させれば良い。しかし、デューティ比を点灯開始直前の約10～50%程度の小さい値から大きくして、点灯開始直後の非常に短い放電成長期間内において、例えば70～90%程度の大きい値にし、電流I 3を増加させることは制御回路7では困難である。なぜなら、電圧検出回路5から入力される信号を基にデューティ比を制御回路7で変化させる制御の応答時間が放電成長期間よりも遅いためである。電圧検出回路5から制御回路7 Aに入力された電圧は、オペアンプB 1を介し、さらに、抵抗r 3, r 4、コンデンサC 1で形成されるCR回路を介して、デューティ比を決めるコンパレータA 2に入力される。そのコンパレータA 2に入力される電圧により、あるデューティを持った矩形波が形成され、スイッチング素子2 cのゲートに送られる。なお、コンデンサC 1はサージからコンパレータA 2を保護する役目をする。オペアンプB 1とCR回路を合わせた時定数は放電成長期間よりも大きく、従って、約数十～数百μsecという非常に短い放電成長期間内にデューティ比を70～90%の大きい値にする制御は行えないでいた。

【0008】従来、上記のような制御系による放電灯点灯装置としては、例えば特許公報第2875129号に記載されたものがある。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来の放電灯点灯装置は以上のように構成されているので、放電灯10の絶縁破壊直後の数十～数百μsec間の放電成長期間という、ごく短い期間において昇圧回路2の出力電圧と電流

の変動に対するスイッチング素子2cに送られる矩形波の最適なデューティ比を定めることは困難であり、昇圧回路2の二次側出力電流を放電灯10の絶縁破壊直後に速やかに増加させることはできず、コンデンサ2eに蓄積されていた静電エネルギーが電流として放電灯10に供給された後、放電灯10に供給される電流が急激に少なくなる期間が現れ、その瞬間、放電灯10の立ち消えが起りやすくなるという課題があった。

【0010】この発明は、上記のような課題を解消するためになされたもので、放電灯の絶縁破壊後の放電成長期間に昇圧回路の出力電流を増加させ、放電灯の立ち消えを解消する放電灯点灯装置を得ることを目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】この発明に係る放電灯点灯装置は、パルス幅変調されたパルスを昇圧回路のスイッチング素子に出力する第1の制御回路と、電圧検出回路によって検出される直流電圧が所定の電圧になるように、第1の制御回路からスイッチング素子へのパルス出力を間欠的に通過または非通過に制御する第2の制御回路とを備えたものである。

【0012】この発明に係る放電灯点灯装置は、第1の制御回路において、放電灯の点灯開始直前および直後におけるパルス出力のデューティ比を大きい値に保持するようにパルス幅変調するようにしたものである。

【0013】この発明に係る放電灯点灯装置は、電圧検出回路によって検出される直流電圧に応じて放電灯の点灯開始を判定し、その放電灯の点灯開始から約数十〜数百 μ secの期間に、パルス出力のデューティ比を大きい値から小さい値に変化させるように第1の制御回路のパルス幅変調を制御する第3の制御回路を備えたものである。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の一形態を説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1による放電灯点灯装置を示す回路図であり、図において、1はバッテリー等の直流電源、2は直流電源1の電圧を昇圧する昇圧回路であり、その昇圧回路2において、2aは直流電源1に接続されたトランスの一次側巻線、2bは昇圧した電圧を出力する二次側の二次側巻線、2cは直流電源1および一次側巻線2aに接続されたスイッチング素子、2dはダイオード、2eはコンデンサである。一次側巻線2aの一方の端子は直流電源1のプラス側電極に接続され、他方の端子はスイッチング素子2cのドレイン端子に接続されている。スイッチング素子2cのソース端子は直流電源1のマイナス側電極に接続されている。スイッチング素子2cのゲート端子は制御回路7の第1の出力端子に接続されている。3はアース線、4は昇圧回路2の出力電流を検出する電流検出抵抗である。ダイオード2dのアノード端子は二次側巻線

2bの一方の端子に接続され、ダイオード2dのカソード端子はコンデンサ2eの一方の端子に接続されると同時に、アース線3と電流検出抵抗4の一方の端子に接続される。5は昇圧回路2によりマイナス側に昇圧された電圧Vaを検出する電圧検出回路であり、その電圧検出回路5において、5a〜5dは抵抗、VDDは5Vの電源である。抵抗5aの一方の端子は電源VDDに接続され、他方の端子は抵抗5bの一方の端子に接続されると同時に制御回路7の第1の入力端子に接続されている。抵抗5dの一方の端子は電源VDDに接続され、他方の端子は抵抗5cの一方の端子に接続されると同時に制御回路7の第2の入力端子に接続されている。6はスイッチング素子6a〜6dにより構成されるインバータ回路である。電流検出抵抗4の他方の端子は制御回路7の第3の入力端子に接続されると共に、スイッチング素子6a、6bのドレイン端子に接続されている。スイッチング素子6a、6bのソース端子は各々、スイッチング素子6c、6dのドレイン端子に接続されている。電圧検出回路5の抵抗5b、5cの他方の端子は二次側巻線2bの他方の端子とコンデンサ2eの他方の端子およびスイッチング素子6c、6dのソース端子に接続されている。8はインバータ回路6を駆動するドライバであり、ドライバ8の入力端子は制御回路7の第2の出力端子に接続されている。ドライバ8の第1の出力端子はスイッチング素子6a、6dのゲートに接続され、ドライバ8の第2の出力端子はスイッチング素子6b、6cのゲートに接続されている。9は始動放電回路であり、トランス9aと放電管スイッチ9bとコンデンサ9cから構成されている。トランス9aの一次側巻線の一方の端子は放電管スイッチ9bの一方の端子に接続され、他方の端子はコンデンサ9cの一方の端子に接続されると共に、スイッチング素子6bのソース端子に接続されている。トランス9aの二次側巻線の一方の端子は放電管スイッチ9bの一方の端子に接続され、他方の端子は放電灯10の電極10bに接続されている。放電灯10の電極10aはスイッチング素子6aのソース端子に接続されると共に、放電管スイッチ9bの他方の端子およびコンデンサ9cの他方の端子にも接続されている。

【0015】図2はこの発明の実施の形態1による制御回路の詳細を示す回路図であり、図において、制御回路7は、制御回路7a〜7c、インタフェース7d（以下、I/F7dと略す）、マイクロコンピュータ7e（以下、マイコン7eと略す）から構成されている。制御回路（第2の制御回路）7aは、コンパレータA1、電源VDD、抵抗r1、r2から構成され、制御回路（第1の制御回路）7bは、コンパレータA2、電源VDD、電源VCC（8V電源）、抵抗r3〜r7、コンデンサC1、C2から構成され、さらに、制御回路7cは、ダイオードD1、オペアンプA3、抵抗r8、コンデンサC3から構成されている。制御回路7aにおい

て、出力端子（コンパレータA1の出力端子）は制御回路7bの出力端子（コンパレータA2の出力端子）に接続されると共に、スイッチング素子2cのゲート端子および抵抗r7の一方の端子に接続されている。抵抗r7の他方の端子は電源VCCに接続されている。コンパレータA1のプラス入力端子は抵抗5aの他方の端子および抵抗5bの一方の端子に接続されている。抵抗r2の一方の端子はGNDに接続され、他方の端子は抵抗r1の一方の端子に接続されると共に、コンパレータA1のマイナス側入力端子に接続されている。抵抗r1の他方の端子は電源VDDに接続されている。制御回路7bにおいて、抵抗r3の一方の端子は電源VDDに接続され、他方の端子は抵抗r4の一方の端子に接続されると共に、コンパレータA2のプラス側入力端子とコンデンサC1の一方の端子と制御回路7cの出力端子に接続されている。抵抗r4の他方の端子はGNDに接続されている。コンデンサC1の他方の端子はGNDに接続されている。コンパレータA2のマイナス側入力端子はコンデンサC2と抵抗r6の一方の端子に接続されている。コンデンサC2の他方の端子はGNDに接続されている。抵抗r6の他方の端子は抵抗r5の一方の端子に接続されている。抵抗r5の他方の端子は電源VDDに接続されている。制御回路7cにおいて、オペアンプA3の出力端子はダイオードD1のカソード端子に接続されると共に、コンデンサC3の一方の端子に接続されている。コンデンサC3の他方の端子はオペアンプA3のマイナス側入力端子に接続されていると共に、抵抗r8の他方の端子に接続されている。制御回路7cの出力端子はダイオードD1のアノード端子に接続されている。I/F7dの第1の入力端子は抵抗5dの他方の端子および抵抗5cの一方の端子に接続されている。抵抗5dの一方の端子は電源VDDに接続されている。I/F7dの第2の入力端子は電流検出抵抗4の他方の端子に接続されている。I/F7dの第1から第3の出力端子は各々マイコン7eの第1、第2の入力端子、抵抗r8の一方の端子に接続されている。マイコン7eの第1の出力端子は制御回路7bの抵抗r5の他方の端子に接続され、第2の出力端子はドライバ8の入力端子に接続されている。第3の出力端子はオペアンプA3のプラス側入力端子に接続されている。

【0016】次に動作について説明する。まず、スイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号の矩形波の形成過程について述べる。図2において、制御回路7bは従来の放電灯点灯装置と同様にスイッチング素子2cをオンオフ動作させるパルス信号のデューティ比を変化させることのできるPWM制御を行う制御回路である。マイコン7eから抵抗r6の他方の端子へは図3

(a)に示すようなある周波数fを持った、矩形波が送られ、CR回路により、コンパレータA2のマイナス側入力端子には図3(b)に示すような略三角波に変換さ

れた波形が入力される。まず、コンパレータA1が無い場合（従来の点灯装置の場合）のスイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号の矩形波の形成過程について述べる。図3(b)において、コンパレータA2のプラス側入力端子とマイナス側入力端子に入力される電圧を各々、V3、V4とすると、V3がV4よりも小さい時、制御回路7bの出力端子（コンパレータA2の出力端子）はコンパレータA2のGND（図2では省略）に接続され、V3がV4よりも大きい時、出力端子はコンパレータA2のGNDとの接続を断つという制御がなされる。そのため、図3(c)に示すように、GNDに接続されない場合に、スイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号の電圧はVCC電源の約8Vとなり、GNDに接続された場合にスイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号の電圧は0Vとなり、一定周波数の矩形波が形成される。V3の値が小さくなるとデューティ比が小さくなり、大きくなるとデューティ比が大きくなる。この実施の形態1のようにコンパレータA1が有る場合、コンパレータA1のプラス側入力端子は電圧検出回路5からのある信号が入力される。つまり、昇圧回路2の出力電圧Vaが抵抗5a、5bによって分圧された値V1が入力される。また、コンパレータA1のマイナス側入力端子は抵抗r1、r2で決まる常に一定の電圧V2が入力される。V1がV2よりも小さい時、制御回路7aの出力端子（コンパレータA1の出力端子）はコンパレータA1のGND（図2では省略）に接続され、V1がV2よりも大きい時、出力端子はコンパレータA1のGNDとの接続を断つという制御がなされる。そのため、制御回路7aと制御回路7bの出力端子が共にGNDに接続されない場合に、スイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号の電圧は約8Vとなり、制御回路7aと制御回路7bの出力端子のどちらかがGNDに接続されると、スイッチング素子2cのゲートに送られるパルス信号の電圧は0Vになる。コンパレータA2で形成され、スイッチング素子2cに送られる一定周波数の矩形波の電圧を新しく付け加えたコンパレータA1で間欠的に非通過にしたり、通過したりすることになる（チョップ制御）。以後、スイッチング素子2cのゲートに送られる矩形波の電圧が約8Vの場合、High側電圧と呼び、矩形波の電圧がGND電位になった場合、Low側電圧と呼ぶことにする。High側電圧が送られた場合に、スイッチング素子2cはオンし、Low側電圧が送られた場合に、スイッチング素子2cはオフする。また、スイッチング素子2cのオンオフの切り替えのタイミングはHigh側電圧、Low側電圧の切り替えのタイミングにほぼ等しい。

【0017】図2において、制御回路7cのダイオードD1が導通していない時、制御回路7bのコンパレータA2のプラス側入力端子には図の抵抗r3、抵抗r4、コンデンサC1および電源VDDで決まる電圧V3が入

力され、 V_3 の最大値は抵抗 r_3 と抵抗 r_4 によって電圧 V_{DD} が分圧された値であり、最大デューティ比を与える。制御回路7cは従来の放電灯点灯装置と同様に、電圧検出回路5からの信号を基に、点灯開始から数十msec間の直流点灯期間およびその後の交流点灯期間において、放電灯10に供給する目標電流値に近づくように、デューティ比を制御する働きがある。抵抗 r_8 の他方の端子には電流検出抵抗4からの信号がI/F7dを介して入力され（電圧を V_6 とする）、また、マイコン7eの第2の入力端子にも電流検出抵抗4からの信号がI/F7dを介して入力される。また、電圧検出回路5からの信号がI/F7dを介してマイコン7eの第1の入力端子に入力される。マイコン7eは電圧検出回路5からの信号に応じた図15における放電灯10に供給する目標電流値を定め、オペアンプA3のプラス側入力端子にその目標電流値に応じた信号（電圧を V_7 とする）を送る。なお、マイコン7eは電流検出抵抗4からの信号に応じて直流点灯期間における電荷量を定める。制御回路7cでは、反転機能によって、オペアンプA3の出力電圧 V_5 が V_6 と V_7 の値が等しくなるように制御される。 V_5 の値が大きいつ、ダイオードD1は導通せず、 V_5 の値が小さくなるとダイオードD1は導通し、コンデンサC1の電荷を引き抜いて、コンパレータA2のプラス側入力電圧 V_3 の値を下げ、デューティ比を下げることになる。

【0018】直流電源1のスイッチ（図示せず）がオンされると、制御回路7が動作を開始し、制御回路7a、7bの出力端子からスイッチング素子2cのゲートにパルス信号が送られ、スイッチング素子2cはオンオフを繰り返しながら、出力電圧 V_a はマイナス側に昇圧されていく。この原理は従来の放電灯点灯装置の昇圧回路2の出力電圧 V_a が昇圧されていく原理と同じである。また、スイッチング素子6a、6dは従来の点灯装置と同様にドライバ8の制御によりオンされている。昇圧回路2の出力電圧 V_a が昇圧されていき、点灯開始直前の V_a の値が $-480V$ 程度になるまでのスイッチング素子2cのゲートに送られる矩形波について述べる。この実施の形態1の放電灯点灯装置で新しく付け加えたコンパレータA1において、電圧 V_a の値が $-480V$ よりも小さくなるとコンパレータA1の出力端子がGNDに接続され、電圧 V_a の値が $-480V$ よりも大きくなるとコンパレータA1の出力端子はGNDとの接続を断つというように抵抗 r_1 、 r_2 の値を設定した。そのため、直流電源1のスイッチがオンされてから、放電灯10の点灯開始前までは図4（b）のようにスイッチング素子2cにはデューティ（最大デューティ）比一定の矩形波が送られる。なお、点灯開始前はダイオードD1は導通していない。放電灯10の点灯開始直前では、電圧 V_a の値は $-480V$ の値を上下するようになり、それまでGNDとの接続を断っていたコンパレータA1の出

力端がGNDと接続したり、接続を断つ動作を開始し、デューティ比一定の矩形波にLow側電圧が現れる回数が多くなる。その動作が続いた後、従来の放電灯点灯装置と同様にコンデンサ9cの電圧差が、例えば $400V$ 程度に達すると放電管スイッチ9bがオンし、トランス9aの一次巻き線に電流が流れることで、二次巻き線に約 $20kV$ の高圧パルスが発生し、放電灯10に高圧パルスが印加されることで、放電灯10の両極間で絶縁破壊が起こり、放電灯10は点灯を開始する。

【0019】図4（a）のように、点灯開始直後は昇圧回路2の出力電圧 V_a は $-480V$ から急激に上昇し、約数十 μsec 後に約 $0V$ まで達し、従来の放電灯点灯装置と同様に放電成長期間に移行する。この期間においてはコンパレータA1の出力端はGNDとの接続を断ち、スイッチング素子2cのゲートに点灯開始前の最大デューティ比の値を持つ矩形波が送られる。このように、この実施の形態1による放電灯点灯装置で点灯開始前の最大デューティ比を図4（b）のように、点灯開始直後も継続できる。その理由を以下に述べる。図2のデューティ比を決定するコンパレータA2において、そのプラス側入力端子には昇圧回路2の出力電圧 V_a が、従来のように電圧検出回路5およびオペアンプB1を介して入力されず、従って、点灯開始前後に変動する出力電圧 V_a に対してデューティ比をフィードバック制御する動作は無く、抵抗 r_3 、 r_4 で決まる、固定した、最大デューティ比を持つ矩形波を点灯開始直前、直後にスイッチング素子2cのゲートに送ることができる。従来の放電灯点灯装置においては、点灯開始前、点灯開始後において、変動する出力電圧 V_a に対してデューティ比をフィードバック制御する動作があり、点灯開始直前に小さくなったデューティ比を点灯開始直後に大きくするのは制御の応答時間上無理であった。従来の放電灯点灯装置における点灯開始直前、直後のデューティ比10～50%程度の小さな値を、この実施の形態1による放電灯点灯装置において、70～90%程度の大きい値にすることができ、その結果、点灯開始直後に二次側巻き線2bからダイオード2dへと流れる電流I3を従来よりも大きくすることができる。そして、図17（b）のように放電灯10を流れる電流の最小値 I_{min} を大きくすることができ、放電灯10の立ち消えを起こりにくくすることができる。

【0020】この実施の形態1による放電灯点灯装置では、上記のように点灯開始直前、直後の最大デューティ比は約80%程度になるようにした。その理由を以下に述べる。図17（a）は従来の放電灯点灯装置で放電灯10を充分長い間点灯させた後、消灯し、すぐに再点灯させた場合の点灯開始直後の放電灯10を流れる電流波形の模式図であり、放電開始から数十～数百 μsec 間の放電成長期間に電流波形の大きなピークが現れた後、電流波形の値が小さくなり最小の電流値 I_{min} が

現れ、この瞬間、放電灯の立ち消えが起こりやすくなる。図16で説明したように、従来の放電灯点灯装置の点灯開始直後の放電成長期間における放電灯10を流れる電流I1、コンデンサ2eから放電灯10に供給される電流I2、二次側巻線2bからダイオード2dへと流れる電流I3において、電流I2の大きさはこの実施の形態1の放電灯点灯装置の場合の電流I2の大きさと同じである。というのも、点灯開始前にコンデンサ2eに充電される静電エネルギーは従来の放電灯点灯装置とこの実施の形態1による放電灯点灯装置の場合で等しいからである。従って、上記Iminの値を大きくし(図17(b))、放電灯10の立ち消えを起こりにくくするために、従来の放電灯点灯装置における電流I3の値をこの実施の形態1による放電灯点灯装置で増加させるわけである。この実施の形態1による放電灯点灯装置において、放電灯10を流れる電流の最小値Iminと最大デューティ比の関係を図5に示す。最大デューティ比の値が約70~90%の時、Imin値が大きくなり、それ以外の最大デューティ比の値の時はImin値は小さくなることが実験よりわかっている。この実施の形態1では、Imin値が最も大きくなった、最大デューティ比約80%の値になるように、最大デューティ比を決める抵抗r3、r4の値を選定する。なお、従来の放電灯点灯装置と同様に、放電灯10を充分長い間消灯させた後、点灯させた場合のImin値は、充分長い間点灯させた後消灯し、すぐに再点灯させた場合のImin値よりも大きく放電灯10が立ち消えすることはない。

【0021】放電成長期間の後には従来の放電灯点灯装置と同様に、数十msec間の直流点灯期間とその後の交流点灯期間を経て、安定定常点灯に移行する。直流点灯期間、交流点灯期間においては従来の点灯装置と同様にドライバ8が制御されると共に、図15に示したような、予め定められた、放電灯10の両極間電圧Vaと電流パターンになるようにオペアンプA3の出力電圧V5が制御されることで、最適なデューティ比が決定され、放電灯10を点灯持続させる。

【0022】実施の形態2. 図6はこの発明の実施の形態2による制御回路の詳細を示す回路図であり、図において、7fは制御回路(第3の制御回路)であり、制御回路7fは、ダイオードD2、コンパレータA4、抵抗r9~r12、電源VDD、電源VCCから構成されている。ダイオードD2のアノード端子は制御回路7bの入力端子(制御回路7cの出力端子)に接続され、カソード端子は抵抗r12の一方の端子に接続されている。抵抗r9の一方の端子は抵抗r12の他方の端子に接続されると同時にコンパレータA4の出力端子に接続されている。抵抗r9の他方の端子は電源VCCに接続されている。コンパレータA4のマイナス側入力端子は制御回路7aのコンパレータA1のプラス側入力端子に接続

されている。コンパレータA4のプラス側入力端子は抵抗r10の一方の端子と抵抗r11の一方の端子に接続されている。抵抗r10の他方の端子は電源VDDに接続され、抵抗r11の他方の端子はGNDに接続されている。なお、制御回路7f以外の構成は、実施の形態1と同じである。

【0023】次に動作について説明する。直流電源1のスイッチ(図示せず)がオンされると、制御回路7が動作を開始し、実施の形態1と同様にスイッチング素子2cのオンオフの繰り返しにより昇圧回路2の出力電圧Vaはマイナス側に昇圧されていく。ドライバ8の制御は実施の形態1と同様である。点灯開始前において、電圧検出回路5により出力電圧Vaの分圧された値が、コンパレータA4のマイナス側入力端子にも電圧V9として入力されている。出力電圧Vaの値が約-200Vより大きい時、Low側の電圧を、Vaの値が約-200Vより小さい時、High側電圧をコンパレータA4が出力するように、抵抗r10、r11の抵抗値を選定し、この実施の形態2による放電灯点灯装置でコンパレータA4を動作させる。コンパレータA4の出力電圧V8は点灯開始直前はHigh側電圧のため、ダイオードD2は導通しておらず、デューティ比を制御する働きはない。従って、点灯開始直前のデューティ比制御は実施の形態1と同様になる。

【0024】点灯開始直後はVaの値は実施の形態1と同様に-480Vから0Vまで急激に上昇し、コンパレータA4のマイナス側入力端子の電圧V9も約電源VDDの電圧まで上昇する。この際、コンパレータA4の機能によって、出力電圧V8は放電灯10が点灯を開始してから約数十μsec後にLow側電圧となり、ダイオードD2は導通し、デューティ比を下げる方向に制御が働く。上記実施の形態1では、点灯開始直前、直後のデューティ比を約80%に固定し、点灯開始直後に昇圧回路2の出力電流を従来の場合よりも増加させることができ、放電の立ち消えをなくすことができた。この実施の形態2では昇圧回路2の出力電流を実施の形態1の場合よりもさらに増加させ、さらに信頼性を上げることを目的としている。

【0025】そこで、点灯開始直前、直後のデューティ比約80%を100%にし、放電成長期間内のImin値になる時間帯に約80%にまで落とす制御をシミュレーション上で行い、昇圧回路2の出力電流の立ち上がり様子を見る。まず、シミュレーション上でのデューティ比変化の概念図を図7に示す。デューティ比を点灯開始直前、直後に100%にし、放電成長期間内のImin値になる時間帯に約80%にまで落とす理由を以下に述べる。点灯開始直前、直後はデューティ比を100%にすることで、昇圧回路2の一次側巻線2aにできるだけ多くの電磁エネルギーを蓄積する。その後、放電成長期間内のImin値になる時間帯にデュー

ティー比を実施の形態1と同じ約80%に低下させる。一次側巻線2aにデューティー比100%の期間に実施の形態1よりも多い電磁エネルギーを蓄え、デューティー比80%の期間にその大きなエネルギーを昇圧回路2は放電灯10に放出する。その結果、 I_{min} 値が実施の形態1の場合よりも大きくなり、放電灯10の立ち消えがより起こりにくくなる。そして、図8の模式図に示すように、シミュレーションでもデューティー比を100%から80%に点灯開始後に落とした場合のダイオード2dを流れる電流(曲線①)が、80%固定の場合(曲線②)よりも電流値が多くなる結果となった。従って、実回路での昇圧回路2の出力電流も100%から80%に点灯開始後に落とした場合の方が多くなる。シミュレーション手法としては、今回の発明した放電灯点灯装置の昇圧回路2とそれを動作させるスイッチング素子2cと直流電源のパラメータを持つ回路を、シミュレーション回路として用い、昇圧回路2の出力電流とスイッチング素子2cのゲートに印加するパルス波形のデューティー比の関係を調べたわけである。

【0026】この実施の形態2においては、上記のシミュレーションの結果を受けて、点灯開始直前、直後の最大デューティー比を100%に近い、約90%程度の大きい値とし、 I_{min} 値が現れる時間帯にデューティー比を上記の約80%の値にする回路とした。図6のコンパレータA4の点灯開始直前、直後の出力は上述のようにHigh側電圧となり、デューティー比を制御する働きは無い。従って、点灯開始直前、直後の最大デューティー比約90%を決める抵抗 r_3 、 r_4 がまず選定できる。点灯開始してから約数十 μsec 後にコンパレータA4の出力はLow側電圧となり、コンパレータA4はデューティー比を下げる方向に動作する。この際、デューティー比は抵抗 r_3 、 r_4 、コンデンサC1、抵抗 r_{12} およびダイオードD2の電圧降下によって定まる電圧V3(コンパレータA2のプラス側入力電圧)によって決まる。この電圧V3によって、 I_{min} 値が現れる時間帯にデューティー比を約80%の値にすることができるよう、図6における抵抗 r_{12} を選定する。この実施の形態2のデューティー比の変化を図9に示す。点灯を開始してからの時間Tは数十～百 μsec の放電成長期間に相当する。②の曲線がこの実施の形態2におけるデューティー比の変化で①の曲線が実施の形態1でのデューティー比の変化である。②の曲線の点灯開始直後はデューティー比約90%となり、上記のように電圧V3は抵抗 r_3 、 r_4 、コンデンサC1と抵抗 r_{12} によって定まる時定数で低下していき、デューティー比もそれに伴って低下していく。そして、抵抗 r_3 、 r_4 、 r_{12} およびダイオードD2の電圧降下によって決まる所定の電圧値に達したところで、デューティー比約80%になる。上記のようなデューティー比制御によって、この実施の形態2において、 I_{min} 値が現れる時間帯に

昇圧回路2の出力電流が実施の形態1の場合よりも増え、放電灯10に供給される電流が実施の形態1の場合よりも増え、信頼性が向上する。放電成長期間の後には実施の形態1と同様にスイッチング素子2cとドライバ8が制御され、放電灯10は安定定常点灯する。なお、この実施の形態2ではコンパレータA4を新たに追加したわけであるが、コンパレータA4の代わりにオペアンプを用いても同様の制御が行えることは言うまでもない。

【0027】実施の形態3. 図10はこの発明の実施の形態3による制御回路の詳細を示す回路図であり、図において、7gは制御回路(第3の制御回路)であり、制御回路7gは、ダイオードD2、スイッチング素子 T_r 、抵抗 $r_{13} \sim r_{15}$ 、電源VDDから構成されている。抵抗 r_{13} 、 r_{14} の一方端子はスイッチング素子 T_r のドレイン端子に接続され、抵抗 r_{14} の他方の端子は電源VDDに接続されている。抵抗 r_{13} の他方の端子はダイオードD2のカソード端子へ接続されている。ダイオードD2のアノード端子は実施の形態2と同様に制御回路7bの入力端子(制御回路7cの出力端子)に接続されている。スイッチング素子 T_r のソース端子はGNDに接続され、ゲート端子は抵抗 r_{15} の一方の端子へ接続されている。抵抗 r_{15} の他方の端子は制御回路7aのコンパレータA1のプラス側入力端子に接続されている。なお、制御回路7g以外の構成は、実施の形態1と同じである。

【0028】次に動作について説明する。上記実施の形態2で述べた、コンパレータA4の代わりにスイッチング素子を用いてもデューティー比を点灯開始直前、直後に約90%にし、 I_{min} 値が現れる時間帯に約80%に落とすことができる。この実施の形態3では上記実施の形態2で記述したコンパレータを用いた制御回路7fの代わりに図10に示したような回路構成を設ける。直流電源1のスイッチ(図示せず)がオンされて、昇圧回路2の出力電圧V_aがマイナス側に昇圧されていくと、電圧検出回路5によって分圧された電圧は小さくなって、0Vに近くなっていき、抵抗 r_{15} を介してスイッチング素子 T_r のゲートに0Vに近い電圧が送られる。この時は、スイッチング素子 T_r はオフし、ダイオードD2のカソードには抵抗 r_{13} 、 r_{14} で決まる高い電圧(High側電圧)が印可され、実施の形態2と同様、ダイオードD2は導通せず、デューティー比を制御する働きはない。従って、点灯開始直前のデューティー比制御は実施の形態2と同様になる。

【0029】点灯開始直後は出力電圧V_aの値は実施の形態2と同様に-480Vから0Vまで急激に上昇するが、電圧検出回路5によって分圧された電圧は大きくなって、抵抗 r_{15} を介してスイッチング素子 T_r のゲートに5Vに近い高い電圧が送られる。この時、スイッチング素子 T_r はオンし、抵抗 r_{13} の一方の端子にはGND電圧の0Vが印可され、ダイオードD2は導通し、

デューティ比を下げる方向に制御が働く。点灯開始後は I_{min} 値が現れる時間帯にデューティ比を約80%の値にすることができるよう、抵抗 r_{13} を実施の形態2と同様に選定している。そして、 I_{min} 値が現れる時間帯に昇圧回路2の出力電流が上記実施の形態1の場合よりも増え、放電灯10に供給される電流が上記実施の形態1の場合よりも増え、信頼性が向上する。

【0030】実施の形態4. 図11はこの発明の実施の形態4による放電灯点灯装置の一部を示す回路図であり、図において、上記実施の形態1から3で述べたコンパレータA1を二個用いて各々の出力をスイッチング素子2g、2hのゲートに接続する。また、コンパレータA2も二個用いて各々の出力をスイッチング素子2g、2hのゲートに接続する。スイッチング素子2g、2hのドレイン端子は各々、トランス2A、2Bの入力側に接続されている。スイッチング素子2g、2hのソース端子は接続されている。ダイオード2d、2fのアノード端子は各々、トランス2A、2Bの出力側に接続されている。ダイオード2d、2fのカソード端子は接続されている。各々のコンパレータA1のプラス側とマイナス側入力端子に接続される抵抗の接続方法は上記実施の形態1から3と同様である。なお、各々のコンパレータA1のプラス側入力端子は接続されている。各々のコンパレータA2のマイナス側入力端子に接続される抵抗およびコンデンサの接続方法も実施の形態1から3と同様である。また、コンパレータA2のプラス側入力端子に接続されるコンデンサ、抵抗、ダイオードも実施の形態1から3と同様である。なお、各々のコンパレータA2のプラス側入力端子は接続されている。また、コンデンサ2e、アース線3、電流検出抵抗4、電圧検出回路5、その電圧検出回路5における抵抗5a~5d、インバータ回路6、そのインバータ回路6におけるスイッチング素子6a~6d、ドライバ8、始動放電回路9、その始動放電回路9におけるトランス9aと放電管スイッチ9bとコンデンサ9c、放電灯10の構成は実施の形態1から3と同様である。

【0031】次に動作について説明する。上記実施の形態1から3で述べた昇圧回路2において、一次側巻き線2aと二次側巻き線2bで形成されるトランスを複数個使用しても、上記実施の形態1から3で述べた点灯開始前後のデューティ比を制御することができる。トランスを複数個使用する場合、スイッチング素子2cおよびダイオード2dも複数個使用することになる。複数個使用することで、素子一個当りにかかる負荷を軽減することができ、耐圧、耐熱性を向上させることができる。トランス、スイッチング素子、ダイオードを2個使用する場合の回路構成を図11に示した。直流電源1のスイッチがオンされると、制御回路7が動作を開始し、実施の形態1から3と同様にスイッチング素子2g、2hのオンオフの繰り返しにより昇圧回路2の出力電圧 V_a はマ

イナス側に昇圧されていく。この実施の形態4においては、図11の各々のコンパレータA2のマイナス側入力端子に入力される三角波は各々、位相を図12のようにずらして入力される。従って、スイッチング素子2g、2hはオンオフするタイミングが正反対となる。その他、点灯開始前後のデューティ比制御および回路動作は上記実施の形態1から3と同様である。

【0032】

【発明の効果】以上のように、この発明によれば、パルス幅変調されたパルスを昇圧回路のスイッチング素子に出力する第1の制御回路と、電圧検出回路によって検出される直流電圧が所定の電圧になるように、第1の制御回路からスイッチング素子へのパルス出力を間欠的に通過または非通過に制御する第2の制御回路とを備えるように構成したので、第1の制御回路からスイッチング素子へのパルス出力を、第2の制御回路により間欠的に通過または非通過に制御することによって、放電灯の始動放電に要する所定の電圧を昇圧回路から始動放電回路に供給することができる。また、放電灯の点灯開始直後のごく短い数十~数百 μsec の期間では、第1の制御回路からスイッチング素子へのパルス出力を、第2の制御回路により非通過に制御することなく、第1の制御回路からスイッチング素子へ、所定のパルス幅変調されたパルスを出力するので、従来の技術に比べて、上記期間でのスイッチング素子のオン動作時間を長く制御することができ、昇圧回路から放電灯に供給される電流が増加し、放電生長期間における放電灯の立ち消えを解消することができる効果がある。

【0033】この発明によれば、第1の制御回路において、放電灯の点灯開始直前および直後におけるパルス出力のデューティ比を大きい値に保持するようにパルス幅変調するように構成したので、放電灯の点灯開始直後のごく短い数十~数百 μsec の期間に、従来の技術に比べて、上記期間でのスイッチング素子のオン動作時間を長く制御することができ、昇圧回路から放電灯に供給される電流が増加し、放電生長期間における放電灯の立ち消えを解消することができる効果がある。

【0034】この発明によれば、電圧検出回路によって検出される直流電圧に応じて放電灯の点灯開始を判定し、その放電灯の点灯開始から約数十~数百 μsec の期間に、パルス出力のデューティ比を大きい値から小さい値に変化させるように第1の制御回路のパルス幅変調を制御する第3の制御回路を備えるように構成したので、放電灯の点灯開始から約数十~数百 μsec の期間に、従来の技術に比べて、最適なデューティ比で変化させ、上記期間でのスイッチング素子のオン動作時間を長く制御することにより、昇圧回路から放電灯に供給される電流が増加し、放電生長期間における放電灯の立ち消えを解消すると共に、信頼性を向上させることができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1による放電灯点灯装置を示す回路図である。

【図2】 この発明の実施の形態1による制御回路の詳細を示す回路図である。

【図3】 放電灯点灯装置の制御回路のコンパレータで入出力されるパルス波形を示す波形図である。

【図4】 昇圧回路の出力電圧とスイッチング素子のゲートに入力される波形を示す説明図である。

【図5】 放電灯を流れる電流の最小値と最大デューティ比の関係を示す特性図である。

【図6】 この発明の実施の形態2による制御回路の詳細を示す回路図である。

【図7】 シミュレーション上でのデューティ比の変化を示す特性図である。

【図8】 シミュレーション上での出力電流波形を示す模式図である。

【図9】 この発明の実施の形態1および2によるデューティ比の変化を示す特性図である。

【図10】 この発明の実施の形態3による制御回路の詳細を示す回路図である。

【図11】 この発明の実施の形態4による放電灯点灯装置の一部を示す回路図である。

【図12】 この発明の実施の形態4によるコンパレータに入力される略三角波を示す波形図である。

【図13】 従来の放電灯点灯装置を示す回路図である。

【図14】 従来の制御回路の詳細を示す回路図である。

【図15】 放電灯の電圧・電流制御パターンを示す特性図である。

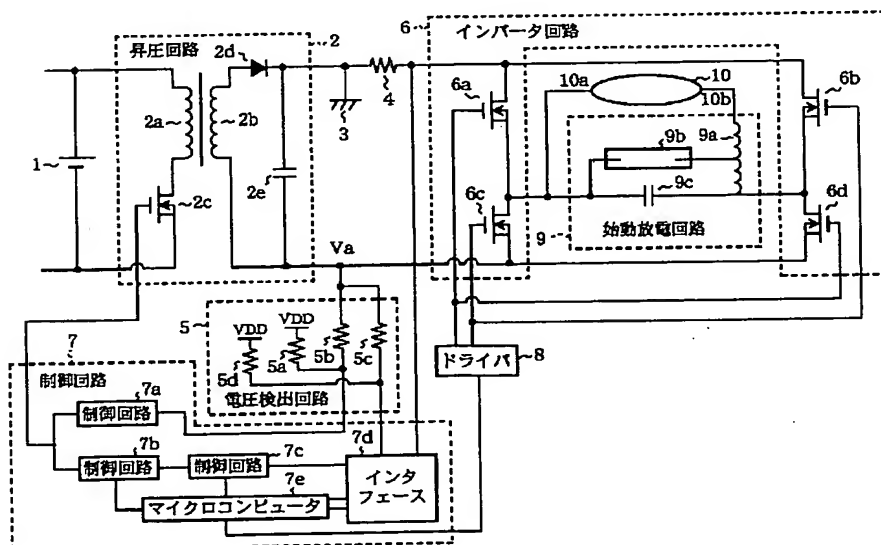
【図16】 放電灯点灯装置の回路上で流れる電流波形を示す模式図である。

【図17】 点灯開始直後の放電灯を流れる電流の波形を示す波形図である。

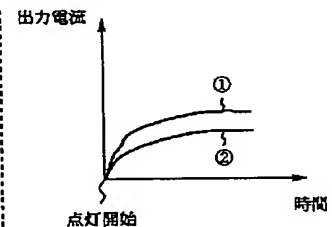
【符号の説明】

1 直流電源、2 昇圧回路、2a 一次側巻き線、2b 二次側巻き線、2c、2g、2h、6a～6d、Tr スwitchング素子、2d、2f、D1、D2 ダイオード、2e、9c、C1～C3 コンデンサ、3 アース線、4 電流検出抵抗、5 電圧検出回路、5a～5d、r1～r15 抵抗、6 インバータ回路、7、7c 制御回路、7a 制御回路（第2の制御回路）、7b 制御回路（第1の制御回路）、7d インタフェース、7e マイクロコンピュータ、7f、7g 制御回路（第3の制御回路）、8 ドライバ、9 始動放電回路、9a、2A、2B トランス、9b 放電管スイッチ、10 放電灯、10a、10b 電極、A1、A2、A4 コンパレータ、A3 オペアンプ、VCC、VDD 電源。

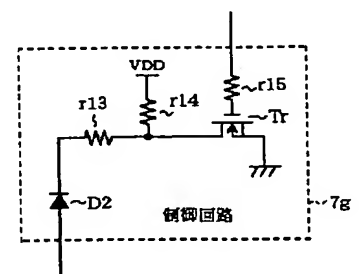
【図1】



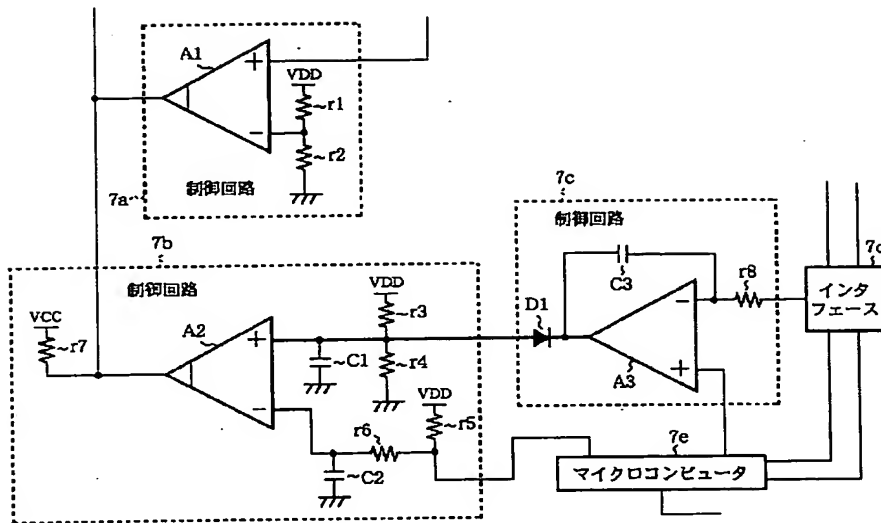
【図8】



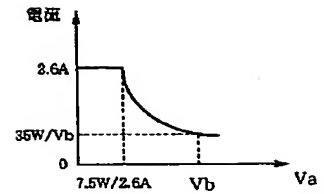
【図10】



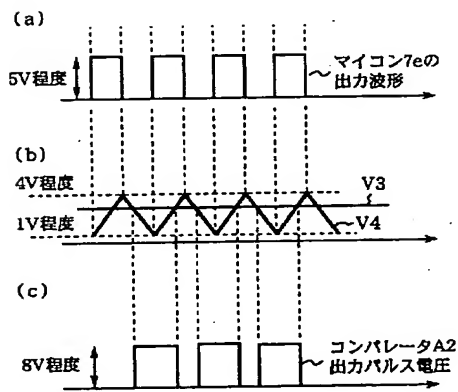
【図 2】



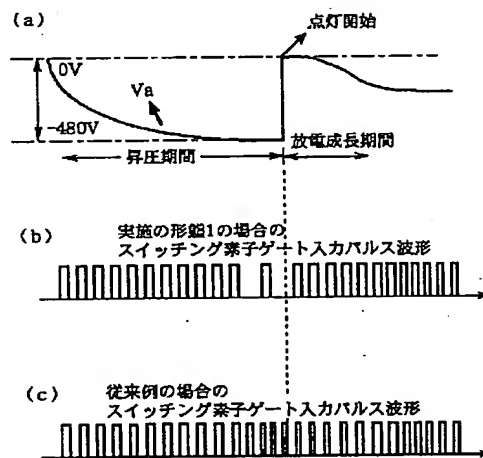
【図 15】



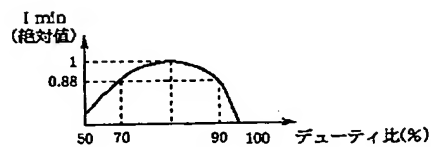
【図 3】



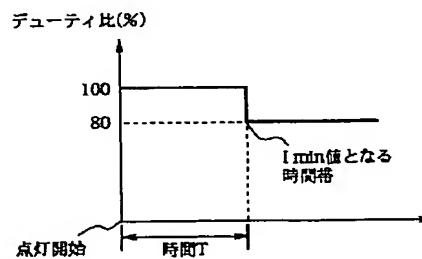
【図 4】



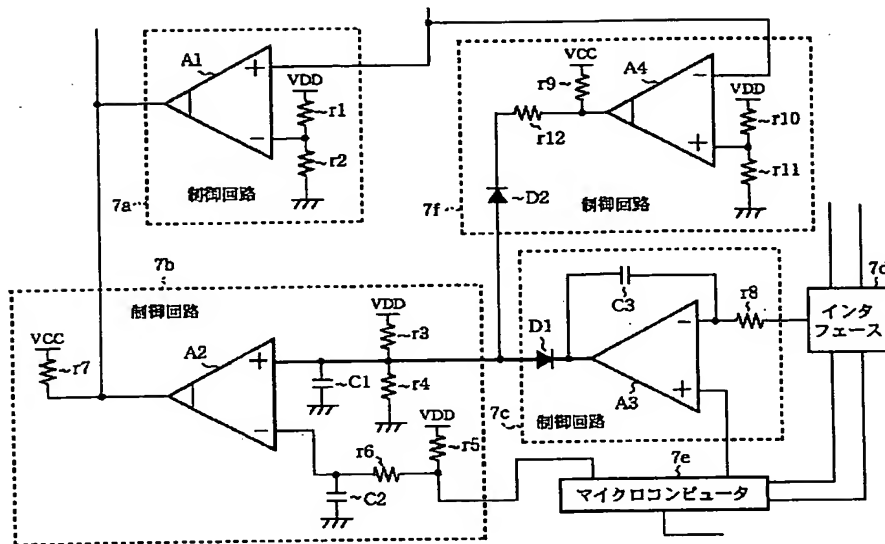
【図 5】



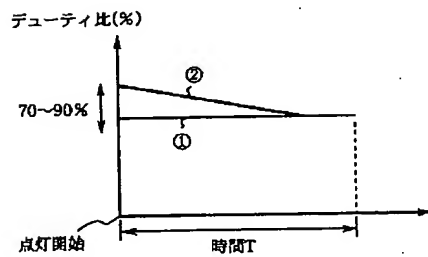
【図 7】



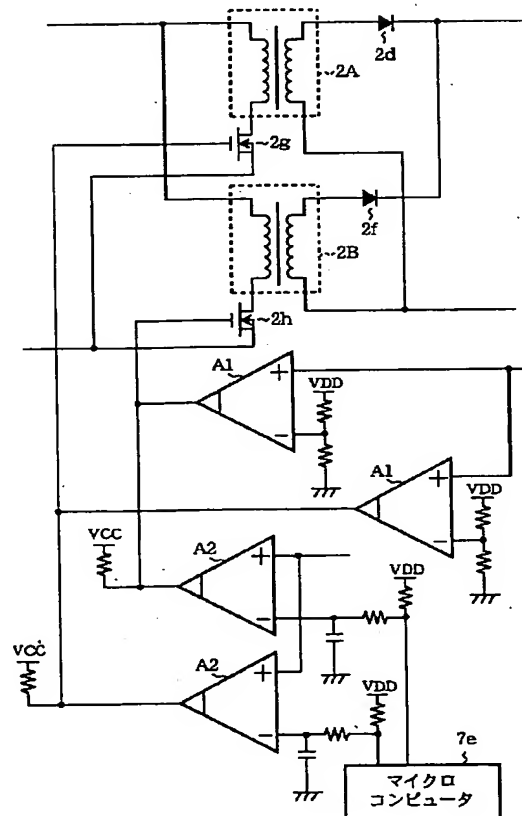
【図6】



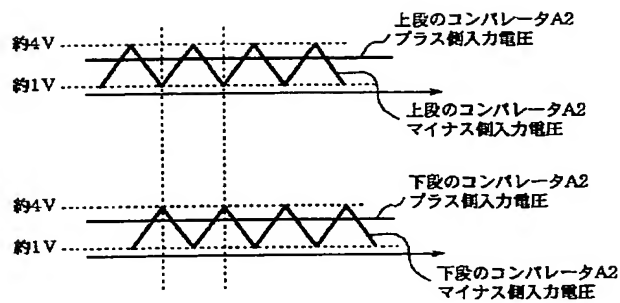
【図9】



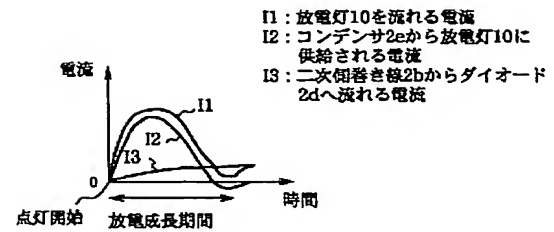
【図11】



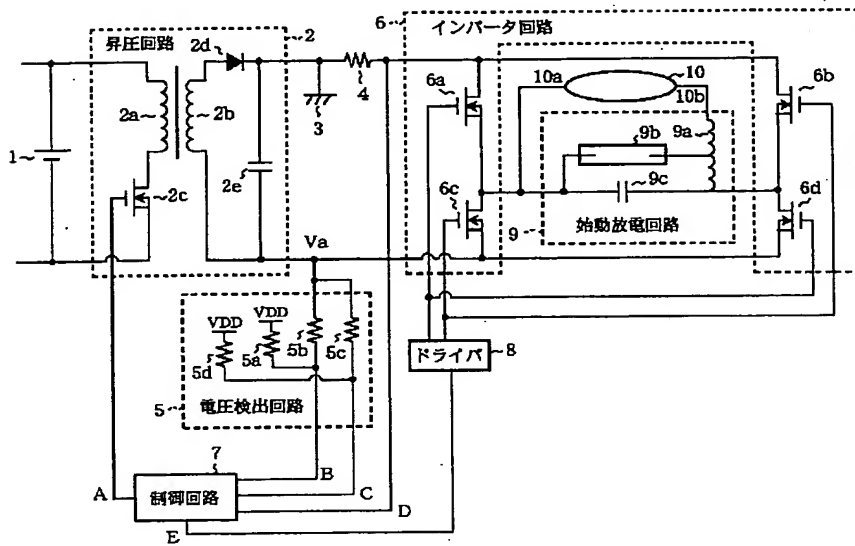
【図12】



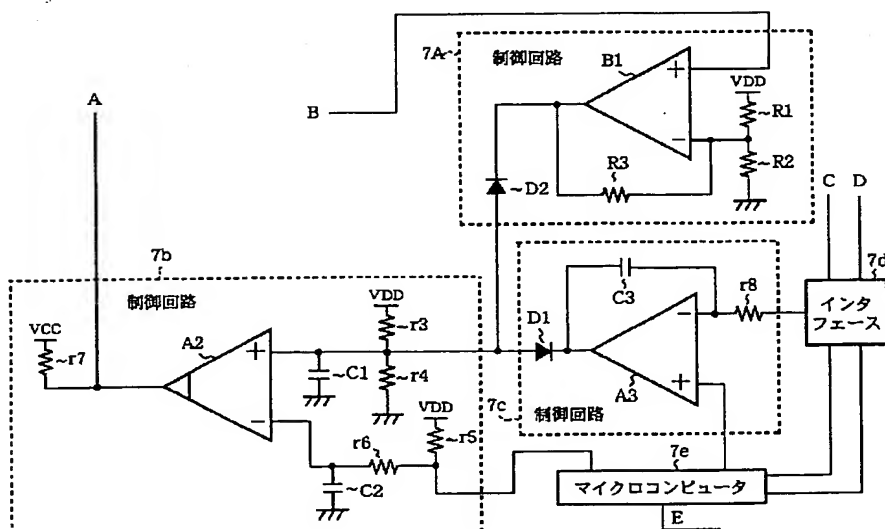
【図16】



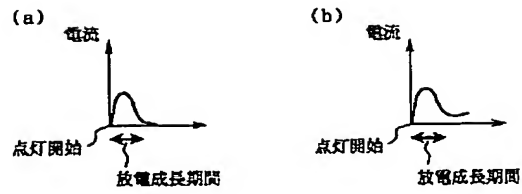
【図13】



【図14】



【図17】



フロントページの続き

(72)発明者 岩田 明彦
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 浦壁 隆浩
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 3K072 AA10 BA03 BA05 BB10 BC07
CA16 CB02 DA08 DD03 DE05
DE06 GA03 GB18 GC04 HA02
HA10 HB03